



07-21-03

P/1071-1596

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Norio MUTSUI et al. Date : July 18, 2003
Serial No. : 10/601,393 Group Art Unit : ---
Filed : June 23, 2003 Examiner : ---
For : PROCESS CONTROL SYSTEM

EXPRESS MAIL NO. EV343683512US

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

In accordance with 35 U.S.C. §119, Applicants confirm the prior request for priority under the International Convention and submits herewith the following documents in support of the claim:

Certified Japanese Application Nos.:

Japanese Application No. 2002-201767, filed July 10, 2002

Japanese Application No. 2003-172534, filed June 17, 2003

EXPRESS MAIL CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail #EV343683512US in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on July 18, 2003

Dorothy Jenkins

Name of applicant, assignee or
Registered Representative

Dorothy Jenkins

Signature

July 18, 2003

Date of Signature

Respectfully submitted,

James A. Finder

James A. Finder

Registration No.: 30,173

OSTROLENK, FABER, GERB & SOFFEN, LLP

1180 Avenue of the Americas

New York, New York 10036-8403

Telephone: (212) 382-0700

JAF:msd
Enclosures



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-201767

[ST.10/C]:

[JP2002-201767]

出 願 人

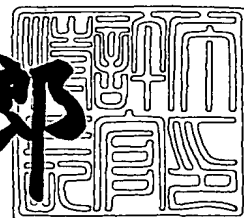
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2003年 6月30日

特許庁長官
(Commissioner,
Japan Patent Office)

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3051575

【書類名】 特許願

【整理番号】 32-0041

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B28B 1/30

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 六井 紀雄

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 三津谷 保

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100086737

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 和秀

【電話番号】 06-6376-0857

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007401

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004880

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シート製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の経路に沿って搬送されるキャリアフィルム上にシートとなるスラリー状原料を塗布する塗布部と、

前記キャリアフィルム上の前記スラリー状原料の塗布厚みを調節する厚み調節手段と、

前記キャリアフィルム上のスラリー状原料を乾燥させてシートとする乾燥部と

前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の面積重量を前記乾燥部による乾燥の前にウェット状態で測定する面積重量測定部と、

前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の面積重量、スラリー状原料の比重、およびスラリー状原料の乾燥により得られるシートの厚みの関係を示すデータを記憶する記憶部と、

前記記憶部の記憶データに基づいて、目標とするシート厚みと、前記面積重量測定部により測定されたスラリー状原料の面積重量と、スラリー状原料の比重とから、前記シート厚みの予想値を算出して、これをシート厚みの目標値と比較する演算部と、

前記演算部での比較結果に基づいて前記厚み調節手段に厚み調節の信号を出力する調節出力部とを、

備えることを特徴とするシート製造装置。

【請求項2】 請求項1に記載のシート製造装置において、

前記面積重量測定部は、放射線厚み計で構成されていることを特徴とするシート製造装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のシート製造装置において、

前記厚み調節手段は、前記塗布部にスラリー状原料を送るスラリー吐出装置であることを特徴とするシート製造装置。

【請求項4】 請求項1または請求項2に記載のシート製造装置において、

前記塗布部は、スラリーコートと、これにギャップ調節可能に対向配置された

バックアップロールとからなり、この塗布部が、前記厚み調節手段を兼ねていることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のシート製造装置において、

スラリー状原料の貯溜部もしくはその供給路に、スラリー状原料の比重測定器が設けられていることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のシート製造装置において、

キャリアフィルム上のスラリー状原料を乾燥させて得られるシートの厚みの予想値 t は、キャリアフィルム上の乾燥前のスラリー状原料の面積重量 W と、キャリアフィルムの面積重量 c とから、換算係数 K_2 を含む下記の(1)式

$$t = (W - c) / K_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

により求められるものであり、

前記の換算係数 K_2 は、目標とするシートの厚み T に対応して決まる補正係数 h および補正基準値 k を含む下記の(2)式、

$$K_2 = (h \times G) + k \quad \dots\dots\dots (2)$$

と、スラリー状原料の比重 G とから算出されるものである、ことを特徴とするシート製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミックグリーンシートのようなシートの製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、積層セラミックコンデンサや、セラミック多層基板などを製造する際、セラミックグリーンシートが用いられる。このセラミックグリーンシートは、電子部品等の小型化に伴い、薄膜化することが望まれている。しかし、薄膜化したセラミックグリーンシートは、機械的強度が小さく、壊れやすいものであるため、可とう性のキャリアフィルムが用意され、このキャリアフィルム上にセラ

ミックグリーンシートを成形することが行われている。この方法によれば、キャリアフィルムに裏打ちされた状態のセラミックグリーンシートが得られる。

【0003】

キャリアフィルムを用いる従来のセラミックグリーンシートの製造装置は、少なくとも、キャリアフィルムの搬送手段と、このキャリアフィルム上にセラミックスラリーを塗布する塗布手段と、キャリアフィルム上のセラミックスラリーを乾燥させてシートとする乾燥炉のような乾燥手段とを有している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記のセラミックグリーンシート製造装置において、グリーンシートの厚みを制御する場合、乾燥した後のシートの厚みを測定し、その厚みの測定結果をセラミックスラリーの塗布手段の側にフィードバックして、キャリアフィルム上へのセラミックスラリーの塗布厚みを調節するのが、一般的である。しかしながら、この方法では、フィードバックが遅れ、厚み制御の効率が悪い。

【0005】

一方、特殊な光学系の測定装置を用いて、キャリアフィルム上のセラミックスラリーの塗布厚みを、乾燥前にウェット状態で測定することが考えられているが、この方法の場合、塗布厚みが測定された時点でのセラミックスラリーの塗布層が、乾燥後にどの程度の厚みのシートになるか、正確に予測する必要がある、この予測が不正確であると、厚み制御も不正確になる。

【0006】

本発明は、キャリアフィルムを用いるシートの製造装置において、シートの厚み制御が効率よく、正確に行えるようにすることを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本件発明者は、上記課題を達成するため、種々の実験を行った結果、目標とするシート厚みと、スラリー状原料の比重と、キャリアフィルム上のスラリー状原料の重量とから、乾燥後のシートの厚みをほぼ正確に予測しうるという事実を見出し、その知見に基づいて以下の発明を創案するに至った。

【0008】

すなわち、本発明は、所定の経路に沿って搬送されるキャリアフィルム上にシートとなるスラリー状原料を塗布する塗布部と、前記キャリアフィルム上の前記スラリー状原料の塗布厚みを調節する厚み調節手段と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料を乾燥させてシートとする乾燥部と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の面積重量を前記乾燥部による乾燥の前にウェット状態で測定する面積重量測定部と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の面積重量、スラリー状原料の比重、およびスラリー状原料の乾燥により得られるシートの厚みの関係を示すデータを記憶する記憶部と、前記記憶部の記憶データに基づいて、目標とするシートの厚みと、前記面積重量測定部により測定されたスラリー状原料の面積重量と、スラリー状原料の比重とから、シート厚みの予想値を算出して、これをシート厚みの目標値と比較する演算部と、前記演算部での比較結果に基づいて前記厚み調節手段に厚み調節の信号を出力する調節出力部とを備えてシート製造装置を構成したものである。

【0009】

上記の構成において、シートの厚み制御には、目標とするシートの厚みと、スラリー状原料の比重と、キャリアフィルム上のスラリー状原料の重量との各データが必要であるが、このうち、目標とするシートの厚みのデータと、スラリー状原料の比重のデータとは、予め入力しておくことができる。キャリアフィルム上のスラリー状原料の重量は、放射線厚み計のような面積重量測定部により、面積重量として測定される。これらのデータから、スラリー状原料からできるシートの厚み(シート厚みの予想値)が算出され、この予想値が厚み調節手段にフィードバックされて、キャリアフィルム上に塗布されるスラリー状原料の塗布厚みが適正な厚みに調節される。

【0010】

この場合、シート厚みの予想値の基になる、キャリアフィルム上のスラリー状原料の重量は、スラリー状原料が乾燥される前に測定されるから、フィードバックに時間の遅れが少なく、それだけ厚み制御が効率よく行われる。

【0011】

しかも、シート厚みの予想値の算出には、乾燥により得られるシートの厚みに影響を与えられる要素がすべて考慮されるから、シート厚みの予想値は、実際に乾燥により得られるシート厚みに極めて近く、このシート厚みの予想値により正確な厚み制御ができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1ないし図5は、本発明の一実施形態を示すもので、図1は、一実施形態に係るセラミックグリーンシートの製造装置の構成図、図2は、図1の装置の一部である制御部の機能を示す機能ブロック図である。図3ないし図5は、いずれも原料であるセラミックスラリーの比重と、グリーンシートの厚みの算出に必要な換算係数との関係を示す図で、図3は、種々の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を、図4は、特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を、図5は、他の特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を、それぞれ示している。

【0013】

図1において、この実施形態のセラミックグリーンシートの製造装置1は、セラミックスラリーSを貯溜するスラリータンク2と、スラリータンク2からのセラミックスラリーSをキャリアフィルム3上に塗布する塗布部4と、キャリアフィルム3上に塗布されたセラミックスラリーSの面積重量を測定する面積重量測定部5と、キャリアフィルム3上のセラミックスラリーSを乾燥させてシートとする乾燥炉6と、制御部7とを備えている。

【0014】

スラリータンク2に貯溜されるセラミックスラリーSは、所要の組成に調整されたセラミック原料粉末と、バインダ溶液とを混合したものである。

【0015】

スラリータンク2から塗布部4に至るスラリー供給路8の中途部には、スラリーを設定された量だけ送り出すスラリー吐出装置9が設けられており、具体的にはスラリーポンプで構成される。この実施形態では、スラリー吐出装置9は、制御部7からの厚み調節信号に応答して、塗布部4へのスラリーの供給量を増減変更するようになっており、特許請求の範囲にいう「厚み調節手段」である。

【0016】

スラリー供給路 8 の中途部には、また、セラミックスラリーの比重を測定する比重測定器 1 0 が設けられている。この比重測定器 1 0 で測定されたセラミックスラリーの比重のデータは、制御部 7 に入力される。

【0017】

塗布部 4 は、スラリーコータ 4 a と、これにギャップ調節可能に対向配置されたバックアップロール 4 b とを備えており、両者間のギャップは、手動操作によっても調節されるが、図示のものでは、アクチュエータ 4 c の駆動により、両者間のギャップが機械的に調整されるようになっている。

【0018】

キャリアフィルム 3 は、供給ロール 1 1 から引き出され、巻き取りロール 1 2 に巻き取られる。この間、キャリアフィルム 3 は、スラリーコータ 4 a とバックアップロール 4 b との間のギャップを通過し、その一面にセラミックスラリー S が塗布され、その状態でバックアップロール 4 b の外周面から面積重量測定部 5 の内部へ、次いで乾燥炉 6 の内部へと所定の搬送経路に沿って搬送される。

【0019】

面積重量測定部 5 は、上側ヘッド 5 a と下側ヘッド 5 b とにより非接触で、キャリアフィルム 3 上に塗布されたセラミックスラリー S の面積重量を、キャリアフィルム 3 の面積重量ともども測定するものである。この面積重量測定部 5 は、本実施形態では、放射線厚み計で構成されており、より具体的には、横河電機株式会社製の WG 2 1 形厚さ計(商品名『WEBFLEX』)が使用されている。

【0020】

放射線厚み計は、X 線もしくは β 線のような放射線を被測定物に照射し、放射線が被測定物を透過するときの減衰量から被測定物の厚みを求めるものである。被測定物を構成する主要元素が比較的軽い元素である場合や、被測定物の面積重量が少ない(500 g/m^2 以下の)場合、X 線が使用され、被測定物の主要元素が比較的重い元素である場合や、被測定物の面積重量が大きい(500 g/m^2 超で、 2000 g/m^2 以下の)場合、 β 線が使用される。

【0021】

この放射線厚み計は、被測定物の一定範囲をスキャンするところから、直接的には被測定物の面積重量を検出している。本実施形態では、放射線厚み計が直接的に検出する被測定物の面積重量を、面積重量測定部 5 の測定出力としている。

【0022】

制御部 7 は、例えばマイクロコンピュータで構成されており、その記憶部であるメモリ 13 には、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S のウェット状態での面積重量と、セラミックスラリーの比重と、セラミックスラリーの乾燥により得られるセラミックグリーンシートの厚みとの関係を示すデータが記憶されている。これらのデータは、本件発明者が行った種々の実験から得たもので、これには単なる数値データばかりでなく、種類の異なるデータの間の関係式、関連表等が含まれる。

【0023】

制御部 7 は、本実施形態では、所要のデータ、すなわち、目標とするセラミックグリーンシートの厚み(シート厚みの目標値)のデータと、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの面積重量のデータと、セラミックスラリーの比重のデータとを取り込み、これらのデータに基づいて、セラミックグリーンシートの厚みを制御するものである。機能的に見ると、前記各種のデータからグリーンシートの厚みの予想値を算出して、これを目標値と比較する演算部 7a と、この演算部 7a での比較結果に基づいて、厚み調節手段であるスラリー吐出装置 9 に厚み調節の信号を出力する調節出力部 7b とを有する。

【0024】

上記制御部 7 におけるデータの処理の仕方、特に、グリーンシートの厚みの予想値を算出する仕方は、本件発明者が種々の実験を行った結果、得られた仕方である。

【0025】

本件発明者は、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S の面積重量に、適当な換算係数を乗除すれば、セラミックスラリーを乾燥させて得られるセラミックグリーンシートの厚みを算出できるものと考え、製造条件を種々変えて、換算係数を求める実験を行った。

【0026】

なお、キャリアフィルム3上のセラミックスラリーSの面積重量Wから、換算係数K2を用いて、セラミックグリーンシートの厚みtを求める式は、

$$t = (W - c) / K2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

となる。上記(1)式において、cは、キャリアフィルム3の面積重量である。

【0027】

換算係数K2を求める実験により、図3に示すような結果が得られた。発明者は、この結果から、セラミックグリーンシートの厚みtと、セラミックスラリーの比重Gと、換算係数K2との間にいくつかの法則性があることを見出した。すなわち、

(イ) 厚いセラミックグリーンシートを作る場合と、薄いセラミックグリーンシートを作る場合とでは、換算係数K2が大幅に異なり、厚いセラミックグリーンシートを作る場合には、換算係数K2が比較的小さく、薄いセラミックグリーンシートの場合は、換算係数K2が大きくなる。

【0028】

(ロ) 同じ厚さのセラミックグリーンシートを作る場合でも、セラミックスラリーの比重Gが大きいほど、換算係数K2が小さくなる。

【0029】

そこで、本件発明者は、作るべきセラミックグリーンシートの厚みを一定にして、セラミックスラリーの比重Gと換算係数K2との関係をさらに詳しく調べた。その結果の一部を図4および図5に示す。

【0030】

図4は、厚み100 μ mのセラミックグリーンシートを作る場合の、セラミックスラリーの比重Gと換算係数K2との関係を示している。また、図5は、厚み200 μ mのセラミックグリーンシートを作る場合の、セラミックスラリーの比重Gと換算係数K2との関係を示している。これらの図において、角型の点もしくは白抜きの丸が、測定点であり、これらの測定点の存在域を横切る直線が、測定点から求められる一次式を示す直線である。

【0031】

図 4 および図 5 に示される結果から、換算係数 K_2 は、セラミックスラリーの比重 G を独立変数とする一次式で表すことができ、しかも、その一次式の係数等は、目標とするセラミックグリーンシートの厚み T に対応して決まるものであることが分かる。

【 0 0 3 2 】

図 4 および図 5 に示される結果を一般化すれば、換算係数 K_2 は、セラミックスラリーの比重 G を独立変数とする一次式であって、目標とするセラミックグリーンシートの厚み T に対応して決まる補正係数 h および補正基準値 k を含む下記の(2)式、

$$K_2 = (h \times G) + k \quad \dots\dots\dots (2)$$

で算出されることが分かる。

【 0 0 3 3 】

以上の実験の結果からも分かるように、目標とするグリーンシートの厚み T と、セラミックスラリーの比重 G とから、(2)式により換算係数 K_2 が算出される。この換算係数 K_2 を用いれば、キャリアフィルム上のセラミックスラリーの面積重量 W から、(1)式によりグリーンシートの厚み t を求めることができる。

【 0 0 3 4 】

上記の構成において、スラリータンク 2 に貯溜されているセラミックスラリー S は、スラリー供給路 8 上にあるスラリー吐出装置 9 により、スラリーコータ 4 a に供給される。スラリーコータ 4 a の開口部とバックアップロール 4 b との間にはキャリアフィルム 3 が搬送されているから、キャリアフィルム 3 の一面には、セラミックスラリー S が塗布される。

【 0 0 3 5 】

キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S は、乾燥炉 6 で乾燥されることで、キャリアフィルム 3 に裏打ちされた状態のセラミックグリーンシートとなるが、本発明では、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S は、その面積重量が、乾燥炉 6 の手前にある面積重量測定部 5 により、ウェット状態で測定される。その測定値のデータは制御部 7 に入力する。

【 0 0 3 6 】

制御部 7 には、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S の面積重量のデータのほかに、比重測定器 1 0 からはセラミックスラリーの比重 G のデータが入力しており、また、目標とするグリーンシートの厚み T のデータが予め入力されている。

【 0 0 3 7 】

制御部 7 は、そのメモリ 1 3 から、目標とするグリーンシートの厚み T に対応して決まる補正係数 h および補正基準値 k を含む (2) 式を呼び出し、その (2) 式にセラミックスラリーの比重の値 G を代入して、換算係数 K 2 を算出し、この換算係数 K 2 と、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの面積重量のデータとから、(1) 式により、グリーンシートの厚み (予想値) t を算出する。

【 0 0 3 8 】

グリーンシートの厚み (予想値) t を算出するまでのパラメータを表に列挙すると、表 1 の通りである。

【 0 0 3 9 】

【表 1】

T	t	W	c	K2
ねらい厚み (μm)	シート厚み (μm)	WET測定データ (g/m^2)	キャリアフィルム厚み (g/m^2)	換算係数 ($\text{g}/\text{m}^2/\mu\text{m}$)
100	100	758.0	50.0	7.08
	105	793.4	50.0	7.08
	100	772.0	50.0	7.22
	105	808.1	50.0	7.22
200	200	1326.0	50.0	6.38
	205	1357.9	50.0	6.38
	200	1346.0	50.0	6.48
	205	1378.4	50.0	6.48

T	t	K2	h	G	K
ねらい厚み (μm)	シート厚み (μm)	換算係数 ($\text{g}/\text{m}^2/\mu\text{m}$)	補正係数	スラリー比重データ	補正基準値
100	100	7.08	-0.7733	3.18	9.5402
	105	7.08	-0.7733	3.18	9.5402
	100	7.22	-0.7733	3.00	9.5402
	105	7.22	-0.7733	3.00	9.5402
200	200	6.38	-0.5273	3.18	8.0639
	205	6.38	-0.5273	3.18	8.0639
	200	6.48	-0.5273	3.00	8.0639
	205	6.48	-0.5273	3.00	8.0639

【0040】

次いで、グリーンシートの厚みの目標値Tと、予想値tとを比較し、その比較結果に基づいて、スラリー吐出装置9でのセラミックスラリーの吐出量を増減させる。スラリー吐出装置9がスラリーポンプである場合、シート厚みの目標値Tと予想値tとの比(T/t)を、スラリーポンプの現在の回転数R1に乗算して、新たな回転数R2を求める。スラリーポンプの回転数等の変化で、セラミックスラリーの吐出量が増減することで、セラミックグリーンシートの厚みが所要の厚みに制御される。

【0041】

この場合、シート厚みの予想値tの基になる、キャリアフィルム3上のセラミックスラリーの重量は、スラリーが乾燥される前に測定されるから、スラリーが乾燥してグリーンシートになってから厚みを測定している場合に比べ、フィードバックに時間の遅れが少なく、それだけ厚み制御が効率よく行われる。

【0042】

また、厚み制御の基になるデータを取る個所(面積重量測定部5)と、そのデータがフィードバックされる個所(塗布部4)とが、比較的近い位置にあるから、その間にあって、厚み制御されないまま無駄になる材料を少なくすることができる。

【0043】

しかも、シート厚みの予想値 t の算出には、シートの厚みに影響を与えられる要素がすべて考慮されるから、シート厚みの予想値は、実際に乾燥により得られるシートの厚みに極めて近く、このシート厚みの予想値により正確な厚み制御ができる。

〔他の実施形態〕

上記の実施形態では、(2)式とセラミックスラリーの比重 G とで、演算により換算係数 $K2$ を求めるかが、目標とするグリーンシートの厚さ毎に、表2に示すような、セラミックスラリーの比重 G と、換算係数 $K2$ の対照表を作っておいて、この表の対照により、換算係数 $K2$ を求めるようにしてもよい。

【0044】

【表2】

換算係数決定表 ($t=100\mu m$)

G	K2
スラリー比重	換算係数
3.255~3.278	7
3.232~3.254	7.02
3.209~3.231	7.04
3.186~3.208	7.06
3.163~3.185	7.08
3.140~3.162	7.1
3.116~3.139	7.12
3.093~3.115	7.14
3.070~3.092	7.16
3.047~3.069	7.18
3.024~3.046	7.2
3.001~3.023	7.22
2.978~3.000	7.24

【0045】

セラミックスラリーの比重は、スラリー供給路8に設けられている比重測定器10により、リアルタイムで測定し、その測定データを制御部7に入力するほか

、セラミックスラリーの比重は大きく変動するものではないので、新しくセラミックスラリーが投入される際、別の測定手段で比重を測定し、そのデータを制御部 7 に予め入力するようにしてもよい。

【0046】

上記実施形態では、スラリー吐出装置 9 が厚み調節手段であるが、制御部 7 からの指令でキャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの塗布量を増減変化させることができるものであればよく、塗布装置 4 がアクチュエータ 4 c の駆動で、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの塗布量を変化させるものである場合は、この塗布部 4 を厚み調節手段とすることができる。

【0047】

【発明の効果】

本発明は、キャリアフィルム上のスラリー状原料の面積重量やスラリー状原料の比重から、シートの厚みの予想値を算出し、その予想値に基づいてキャリアフィルム上のスラリー状原料の塗布量を増減変化させて、シートの厚みを制御するもので、スラリー状原料が乾燥されてシートになる前に、その面積重量を測定してフィードバックさせるから、フィードバックに時間の遅れが少なく、それだけ厚み制御が効率よく行われる。

【0048】

しかも、シート厚みの予想値の算出には、シートの厚みに影響を与えると思われる要素がすべて考慮されるから、シート厚みの予想値は、実際に乾燥により得られるシートの厚みに極めて近く、このシート厚みの予想値により正確な厚み制御ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係るセラミックグリーンシートの製造装置の構成図。

【図 2】

図 1 の装置の一部である制御部の機能を示す機能ブロック図。

【図 3】

グリーンシートの原料であるセラミックスラリーの比重と、グリーンシートの

厚みの算出に必要な換算係数との関係を示す図で、種々の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を示している。

【図 4】

セラミックスラリーの比重と換算係数との関係を示す図で、特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を示している。

【図 5】

セラミックスラリーの比重と換算係数との関係を示す図で、他の特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を示している。

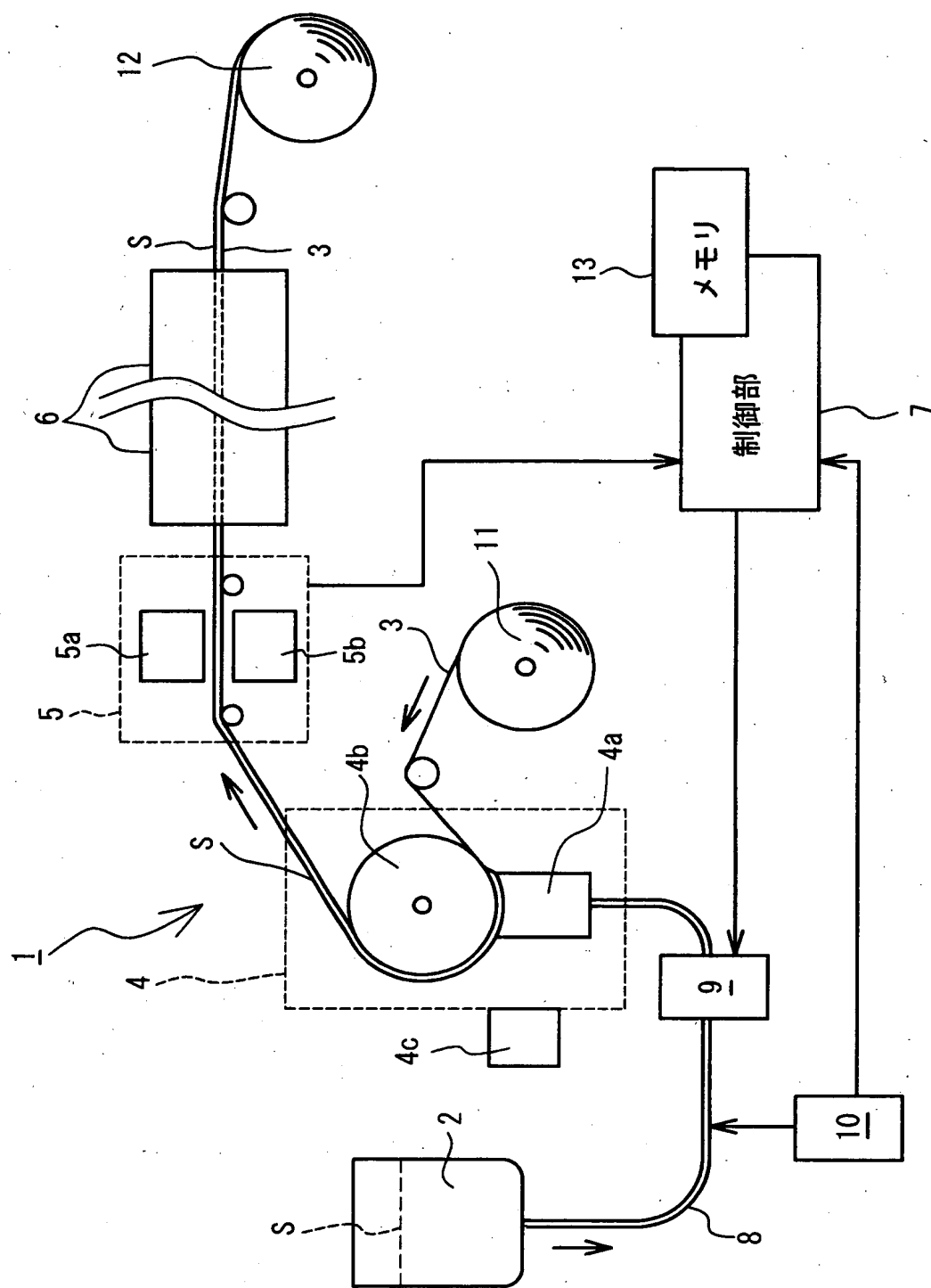
【符号の説明】

- 3 キャリアフィルム
- 4 塗布部
- 5 面積重量測定部
- 6 乾燥炉
- 7 制御部 (7 a 演算部、7 b 調節出力部)
- 9 スラリー吐出装置 (厚み調節手段)
- 1 3 メモリ

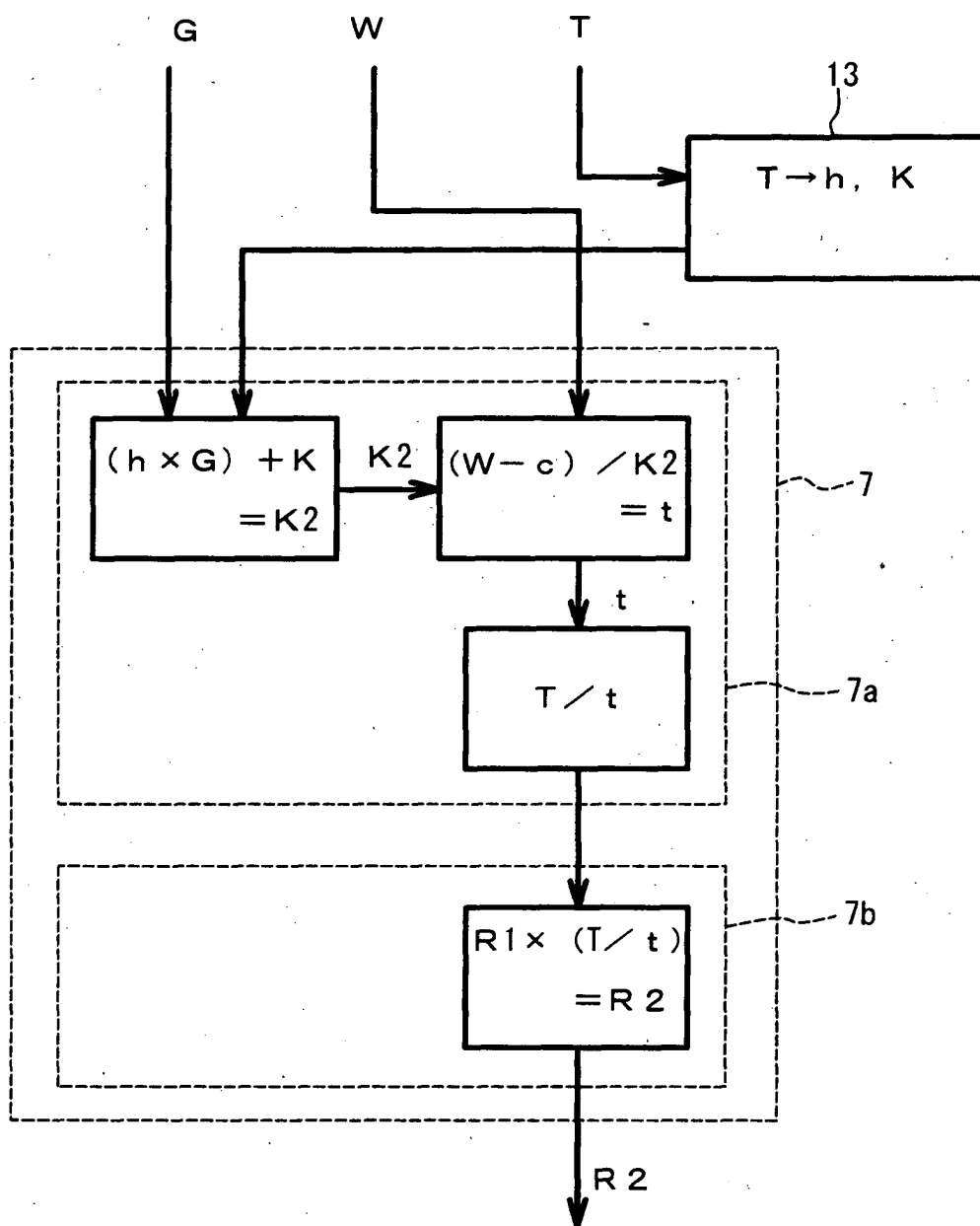
【書類名】

図面

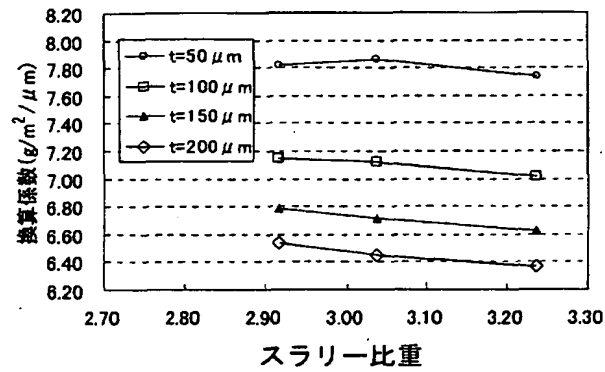
【图 1】



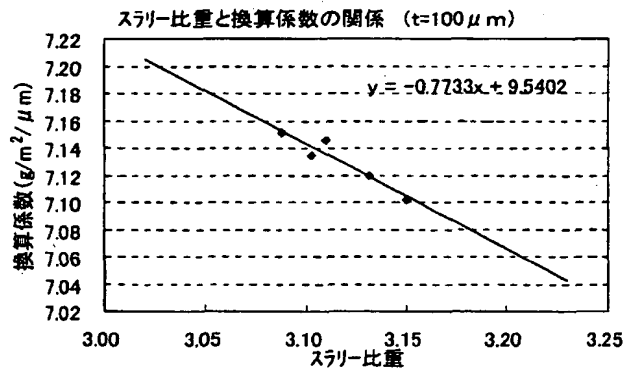
【図2】



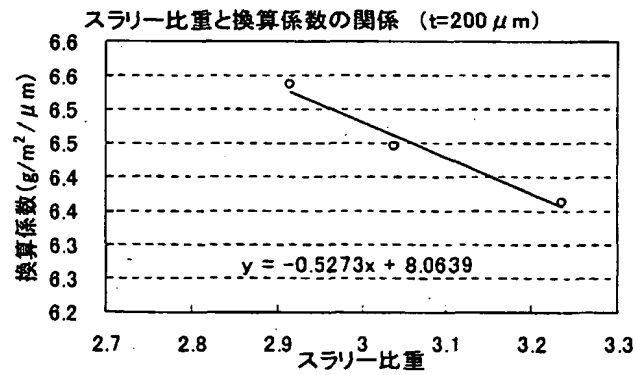
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シートの厚み制御が効率よく、正確に行えるようにする。

【解決手段】 塗布部 4 でキャリアフィルム 3 上にスラリー状原料が塗布され、このスラリー状原料が乾燥部 6 で乾燥される前に、その面積重量が面積重量測定部 5 によりウェット状態で測定される。演算部 7 a は、目標とするシートの厚みと、スラリー状原料の面積重量と、スラリー状原料の比重とからシート厚みの予想値 t を算出してシート厚みの目標値 T と比較し、調節出力部 7 b は、その比較結果に基づいて厚み調節手段 9 に厚み調節の信号を出力して、キャリアフィルム 3 上のスラリー状原料の塗布厚みを調節する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-201767
受付番号	50201012449
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 7月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月10日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名 株式会社村田製作所



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 6月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-172534

[ST.10/C]:

[JP2003-172534]

出 願 人

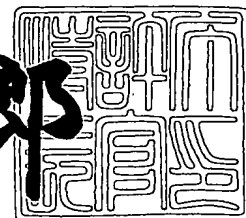
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2003年 6月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3051582

【書類名】 特許願

【整理番号】 32-0041P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B28B 1/30

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 六井 紀雄

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 三津谷 保

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社 村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100086737

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 和秀

【電話番号】 06-6376-0857

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-201767

【出願日】 平成14年 7月10日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007401

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004880

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シート製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の経路に沿って搬送されるキャリアフィルム上にシートとなるスラリー状原料を塗布する塗布部と、

前記キャリアフィルム上の前記スラリー状原料の塗布厚みを調節する厚み調節手段と、

前記キャリアフィルム上のスラリー状原料を乾燥させてシートとする乾燥部と、

前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の厚みに関係する所定の特性を、前記乾燥部による乾燥の前にウェット状態で測定する特性測定部と、

前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の前記特性の測定値、スラリー状原料の比重、およびスラリー状原料の乾燥により得られるシートの厚みの関係を示すデータを記憶する記憶部と、

前記記憶部の記憶データに基づいて、目標とするシート厚みと、前記特性測定部により測定されたスラリー状原料の前記特性の測定値と、スラリー状原料の比重とから、前記シート厚みの予想値を算出して、これをシート厚みの目標値と比較する演算部と、

前記演算部での比較結果に基づいて前記厚み調節手段に厚み調節の信号を出力する調節出力部とを、

備えることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のシート製造装置において、

前記特性測定部は放射線厚み計で構成され、前記特性は、前記スラリー状原料に対して前記スラリー状原料の厚み方向に放射線を放射した際に検出される放射線減衰量であることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載のシート製造装置において、

前記厚み調節手段は、前記塗布部にスラリー状原料を送るスラリー吐出装置であることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 2 に記載のシート製造装置において、

前記塗布部は、スラリーコータと、これにギャップ調節可能に対向配置されたバックアップロールとからなり、この塗布部が、前記厚み調節手段を兼ねていることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のシート製造装置において、

スラリー状原料の貯溜部もしくはその供給路に、スラリー状原料の比重測定器が設けられていることを特徴とするシート製造装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のシート製造装置において、

キャリアフィルム上のスラリー状原料を乾燥させて得られるシートの厚みの予想値 t は、キャリアフィルム上の乾燥前のスラリー状原料の前記特性の測定値を、前記特性の測定値が同じとなる所定の物質の面積重量に換算した面積重量 W と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料と同様の方法で測定されたキャリアフィルム単独の前記特性の測定値を、前記特性の測定値が同じとなる前記物質の面積重量に換算した面積重量 c とから、換算係数 K_2 を含む下記の(1)式

$$t = (W - c) / K_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

により求められるものであり、

前記の換算係数 K_2 は、目標とするシートの厚み T に対応して決まる補正係数 h および補正基準値 k を含む下記の(2)式、

$$K_2 = (h \times G) + k \quad \dots\dots\dots(2)$$

と、スラリー状原料の比重 G とから算出されるものである、ことを特徴とするシート製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミックグリーンシートのようなシートの製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、積層セラミックコンデンサや、セラミック多層基板などを製造する

際、セラミックグリーンシートが用いられる。このセラミックグリーンシートは、電子部品等の小型化に伴い、薄膜化することが望まれている。しかし、薄膜化したセラミックグリーンシートは、機械的強度が小さく、壊れやすいものであるため、可とう性のキャリアフィルムが用意され、このキャリアフィルム上にセラミックグリーンシートを成形することが行われている。この方法によれば、キャリアフィルムに裏打ちされた状態のセラミックグリーンシートが得られる。

【0003】

キャリアフィルムを用いる従来のセラミックグリーンシートの製造装置は、少なくとも、キャリアフィルムの搬送手段と、このキャリアフィルム上にセラミックスラリーを塗布する塗布手段と、キャリアフィルム上のセラミックスラリーを乾燥させてシートとする乾燥炉のような乾燥手段とを有している（特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-77627号公報（全文、全図）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のセラミックグリーンシート製造装置において、グリーンシートの厚みを制御する場合、乾燥した後のシートの厚みを測定し、その厚みの測定結果をセラミックスラリーの塗布手段の側にフィードバックして、キャリアフィルム上へのセラミックスラリーの塗布厚みを調節するのが、一般的である。しかしながら、この方法では、フィードバックが遅れ、厚み制御の効率が悪い。

【0006】

一方、特殊な光学系の測定装置を用いて、キャリアフィルム上のセラミックスラリーの塗布厚みを、乾燥前にウェット状態で測定することが考えられているが、この方法の場合、塗布厚みが測定された時点でのセラミックスラリーの塗布層が、乾燥後にどの程度の厚みのシートになるか、正確に予測する必要があり、この予測が不正確であると、厚み制御も不正確になる。

【0007】

本発明は、キャリアフィルムを用いるシートの製造装置において、シートの厚み制御が効率よく、正確に行えるようにすることを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本件発明者は、上記課題を解決するため、種々の実験を行った結果、スラリー状原料の比重の変動に着目することにより、乾燥後のシートの厚みをほぼ正確に予測し得るという事実を見出し、その知見に基づいて以下の発明を創案するに至った。

【0009】

すなわち、本発明は、所定の経路に沿って搬送されるキャリアフィルム上にシートとなるスラリー状原料を塗布する塗布部と、前記キャリアフィルム上の前記スラリー状原料の塗布厚みを調節する厚み調節手段と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料を乾燥させてシートとする乾燥部と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の厚みに関係する所定の特性を、前記乾燥部による乾燥の前にウェット状態で測定する特性測定部と、前記キャリアフィルム上のスラリー状原料の前記特性の測定値、スラリー状原料の比重、およびスラリー状原料の乾燥により得られるシートの厚みの関係を示すデータを記憶する記憶部と、前記記憶部の記憶データに基づいて、目標とするシート厚みと、前記特性測定部により測定されたスラリー状原料の前記特性の測定値と、スラリー状原料の比重とから、前記シート厚みの予想値を算出して、これをシート厚みの目標値と比較する演算部と、前記演算部での比較結果に基づいて前記厚み調節手段に厚み調節の信号を出力する調節出力部とを備えて、シート製造装置を構成したものである。

【0010】

ここで、厚みに関係する所定の特性とは、例えば放射線厚み計を特性測定部とした場合、放射線減衰量として得られ、例えばレーザー厚み計を特性測定部とした場合、レーザー光の反射強度として得られるのであって、スラリー状原料をシートにしたときの厚みの変化に応じて変化する特性を意味する。

【0011】

上記のシート製造装置において、目標とするシートの厚み、スラリー状原料の

比重の測定値、スラリー状原料の厚みに関係する所定の特性の測定値が入力されると、あらかじめ記憶部に記憶されていたデータに基づいて、スラリー状原料から得られるシートの厚み（シート厚みの予想値）が算出される。次に、演算部において、シート厚みの予想値とシート厚みの目標値とが比較され、シート厚みの予想値がシート厚みの目標値に近づくように、厚み調整手段にフィードバックがかかり、キャリアフィルム上に塗布されるスラリー状原料の塗布厚みが適正な厚みに調整される。

【0012】

この場合、シート厚みの予想値の基になる、キャリアフィルム上のスラリー状原料の厚みに関係する所定の特性は、スラリー状原料が乾燥される前に測定されるから、フィードバックに時間の遅れが少なく、それだけ厚み制御が効率よく行われる。

【0013】

しかも、シート厚みの予想値の算出には、乾燥により得られるシートの厚みに影響を与えられる要素がすべて考慮されるから、シート厚みの予想値は、実際に乾燥により得られるシート厚みに極めて近く、このシート厚みの予想値により正確な厚み制御ができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1ないし図5は、本発明の一実施形態を示すもので、図1は、一実施形態に係るセラミックグリーンシートの製造装置の構成図、図2は、図1の装置の一部である制御部の機能を示す機能ブロック図である。図3ないし図5は、いずれも原料であるセラミックスラリーの比重と、グリーンシートの厚みの算出に必要な換算係数との関係を示す図で、図3は、種々の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を、図4は、特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を、図5は、他の特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を、それぞれ示している。

【0015】

図1において、この実施形態のセラミックグリーンシートの製造装置1は、セラミックスラリーSを貯溜するスラリータンク2と、スラリータンク2からのセ

ラミックスラリー S をキャリアフィルム 3 上に塗布する塗布部 4 と、キャリアフィルム 3 上に塗布されたセラミックスラリー S の厚みに関係する所定の特性の一例として面積重量を測定する特性測定部としての面積重量測定部 5 と、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S を乾燥させてシートとする乾燥炉 6 と、制御部 7 とを備えている。

【 0 0 1 6 】

スラリートank 2 に貯溜されるセラミックスラリー S は、所要の組成に調整されたセラミック原料粉末と、バインダ溶液とを混合したものである。

【 0 0 1 7 】

スラリートank 2 から塗布部 4 に至るスラリー供給路 8 の中途部には、スラリーを設定された量だけ送り出すスラリー吐出装置 9 が設けられており、具体的にはスラリーポンプで構成される。この実施形態では、スラリー吐出装置 9 は、制御部 7 からの厚み調節信号に応答して、塗布部 4 へのスラリーの供給量を増減変更するようになっており、特許請求の範囲にいう「厚み調節手段」である。

【 0 0 1 8 】

スラリー供給路 8 の中途部には、また、セラミックスラリーの比重を測定する比重測定器 1 0 が設けられている。この比重測定器 1 0 で測定されたセラミックスラリーの比重のデータは、制御部 7 に入力される。

【 0 0 1 9 】

塗布部 4 は、スラリーコータ 4 a と、これにギャップ調節可能に対向配置されたバックアップロール 4 b とを備えており、両者間のギャップは、手動操作によっても調節されるが、図示のものでは、アクチュエータ 4 c の駆動により、両者間のギャップが機械的に調整されるようになっている。

【 0 0 2 0 】

キャリアフィルム 3 は、供給ロール 1 1 から引き出され、巻き取りロール 1 2 に巻き取られる。この間、キャリアフィルム 3 は、スラリーコータ 4 a とバックアップロール 4 b との間のギャップを通過し、その一面にセラミックスラリー S が塗布され、その状態でバックアップロール 4 b の外周面から面積重量測定部 5 の内部へ、次いで乾燥炉 6 の内部へと所定の搬送経路に沿って搬送される。

【 0 0 2 1 】

面積重量測定部 5 は、上側ヘッド 5 a と下側ヘッド 5 b とにより非接触で、キャリアフィルム 3 上に塗布されたセラミックスラリー S の面積重量を、キャリアフィルム 3 の面積重量ともども測定するものである。この面積重量測定部 5 は、本実施形態では、放射線厚み計で構成されており、より具体的には、横河電機株式会社製の WG 2 1 形厚さ計（商品名『WEBFREX』）が使用されている。

【 0 0 2 2 】

ここで、面積重量は、塗布されたセラミックスラリー S の厚みに関係する所定の特性の測定値を、この特性の測定値が同じとなる所定の物質の面積重量に換算して得ている。実際には、放射線減衰量に対応する電流値を測定し、その電流値をアルミ箔の面積重量にて換算する。

【 0 0 2 3 】

その換算の方法は、予めいろいろな厚みのアルミ箔について放射線減衰量と面積重量とを測定し、その放射線減衰量と面積重量との関係を示す検量線を作成しておき、その検量線に基づいて、測定されたスラリー状原料の放射線減衰量を面積重量に変換する手順で求めることになる。

【 0 0 2 4 】

放射線厚み計は、X 線もしくは β 線のような放射線を被測定物に照射し、放射線が被測定物を透過するときの減衰量から被測定物の厚みを求めるものである。被測定物を構成する主要元素が比較的軽い元素である場合や、被測定物の面積重量が少ない (500 g/m^2 以下の) 場合、X 線が使用され、被測定物の主要元素が比較的重い元素である場合や、被測定物の面積重量が大きい (500 g/m^2 超で、 2000 g/m^2 以下の) 場合、 β 線が使用される。

【 0 0 2 5 】

この放射線厚み計は、被測定物の一定範囲をスキャンするところから、直接的には被測定物の面積重量を検出している。本実施形態では、放射線厚み計が直接的に検出する被測定物の面積重量を、面積重量測定部 5 の測定出力としている。

【 0 0 2 6 】

制御部 7 は、例えばマイクロコンピュータで構成されており、その記憶部であ

るメモリ 13 には、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S のウェット状態での面積重量と、セラミックスラリーの比重と、セラミックスラリーの乾燥により得られるセラミックグリーンシートの厚みとの関係を示すデータや、面積重量測定部 5 で得られた測定値をそのセラミックグリーンシートの面積重量に換算する前記検量線に関するデータなどが記憶されている。これらのデータは、本件発明者が行った種々の実験から得たもので、これには単なる数値データばかりでなく、種類の異なるデータの間の関係式、関連表等が含まれる。

【 0 0 2 7 】

制御部 7 は、本実施形態では、所要のデータ、すなわち、目標とするセラミックグリーンシートの厚み(シート厚みの目標値)のデータと、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの面積重量のデータと、セラミックスラリーの比重のデータとを取り込み、これらのデータに基づいて、セラミックグリーンシートの厚みを制御するものである。機能的に見ると、前記各種のデータからグリーンシートの厚みの予想値を算出して、これを目標値と比較する演算部 7 a と、この演算部 7 a での比較結果に基づいて、厚み調節手段であるスラリー吐出装置 9 に厚み調節の信号を出力する調節出力部 7 b とを有する。

【 0 0 2 8 】

上記制御部 7 におけるデータの処理の仕方、特に、グリーンシートの厚みの予想値を算出する仕方は、本件発明者が種々の実験を行った結果、得られた仕方である。

【 0 0 2 9 】

本件発明者は、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S の面積重量に、適当な換算係数を乗除すれば、セラミックスラリーを乾燥させて得られるセラミックグリーンシートの厚みを算出できるものと考え、製造条件を種々変えて、換算係数を求める実験を行った。

【 0 0 3 0 】

なお、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S の面積重量 W から、換算係数 K 2 を用いて、セラミックグリーンシートの厚み t を求める式は、

$$t = (W - c) / K 2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

となる。上記(1)式において、 c は、キャリアフィルム3の面積重量である。

【0031】

換算係数 K_2 を求める実験により、図3に示すような結果が得られた。発明者は、この結果から、セラミックグリーンシートの厚み t と、セラミックスラリーの比重 G と、換算係数 K_2 との間にいくつかの法則性があることを見出した。すなわち、

(イ) 厚いセラミックグリーンシートを作る場合と、薄いセラミックグリーンシートを作る場合とでは、換算係数 K_2 が大幅に異なり、厚いセラミックグリーンシートを作る場合には、換算係数 K_2 が比較的小さく、薄いセラミックグリーンシートの場合は、換算係数 K_2 が大きくなる。

【0032】

(ロ) 同じ厚さのセラミックグリーンシートを作る場合でも、セラミックスラリーの比重 G が大きいほど、換算係数 K_2 が小さくなる。

【0033】

そこで、本件発明者は、作るべきセラミックグリーンシートの厚みを一定にして、セラミックスラリーの比重 G と換算係数 K_2 との関係をさらに詳しく調べた。その結果の一部を図4および図5に示す。

【0034】

図4は、厚み $100\mu\text{m}$ のセラミックグリーンシートを作る場合の、セラミックスラリーの比重 G と換算係数 K_2 との関係を示している。また、図5は、厚み $200\mu\text{m}$ のセラミックグリーンシートを作る場合の、セラミックスラリーの比重 G と換算係数 K_2 との関係を示している。これらの図において、角型の点もしくは白抜きの丸が、測定点であり、これらの測定点の存在域を横切る直線が、測定点から求められる一次式を示す直線である。

【0035】

図4および図5に示される結果から、換算係数 K_2 は、セラミックスラリーの比重 G を独立変数とする一次式で表すことができ、しかも、その一次式の係数等は、目標とするセラミックグリーンシートの厚み T に対応して決まるものであることが分かる。

【 0 0 3 6 】

図 4 および図 5 に示される結果を一般化すれば、換算係数 K_2 は、セラミックスラリーの比重 G を独立変数とする一次式であって、目標とするセラミックグリーンシートの厚み T に対応して決まる補正係数 h および補正基準値 k を含む下記の(2)式、

$$K_2 = (h \times G) + k \quad \dots\dots\dots (2)$$

で算出されることが分かる。

【 0 0 3 7 】

以上の実験の結果からも分かるように、目標とするグリーンシートの厚み T と、セラミックスラリーの比重 G とから、(2)式により換算係数 K_2 が算出される。この換算係数 K_2 を用いれば、キャリアフィルム上のセラミックスラリーの面積重量 W から、(1)式によりグリーンシートの厚み t を求めることができる。

【 0 0 3 8 】

上記の構成において、スラリータンク 2 に貯溜されているセラミックスラリー S は、スラリー供給路 8 上にあるスラリー吐出装置 9 により、スラリーコータ 4 a に供給される。スラリーコータ 4 a の開口部とバックアップロール 4 b との間にはキャリアフィルム 3 が搬送されているから、キャリアフィルム 3 の一面には、セラミックスラリー S が塗布される。

【 0 0 3 9 】

キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S は、乾燥炉 6 で乾燥されることで、キャリアフィルム 3 に裏打ちされた状態のセラミックグリーンシートとなるが、本発明では、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S は、その面積重量が、乾燥炉 6 の手前にある面積重量測定部 5 により、ウェット状態で測定される。その測定値のデータは制御部 7 に入力する。

【 0 0 4 0 】

制御部 7 には、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリー S の面積重量のデータのほかに、比重測定器 1 0 からはセラミックスラリーの比重 G のデータが入力しており、また、目標とするグリーンシートの厚み T のデータが予め入力されている。

【0041】

制御部7は、そのメモリ13から、目標とするグリーンシートの厚みTに対応して決まる補正係数hおよび補正基準値kを含む(2)式を呼び出し、その(2)式にセラミックスラリーの比重の値Gを代入して、換算係数K2を算出し、この換算係数K2と、キャリアフィルム3上のセラミックスラリーの面積重量のデータとから、(1)式により、グリーンシートの厚み(予想値)tを算出する。

【0042】

グリーンシートの厚み(予想値)tを算出するまでのパラメータを表に列挙すると、表1の通りである。

【0043】

【表1】

T	t	W	c	K2
ねらい厚み	シート厚み	WET測定データ	キャリアフィルム厚み	換算係数
(μm)	(μm)	(g/m^2)	(g/m^2)	($\text{g}/\text{m}^2/\mu\text{m}$)
100	100	758.0	50.0	7.08
	105	793.4	50.0	7.08
	100	772.0	50.0	7.22
	105	808.1	50.0	7.22
200	200	1326.0	50.0	6.38
	205	1357.9	50.0	6.38
	200	1346.0	50.0	6.48
	205	1378.4	50.0	6.48

T	t	K2	h	G	K
ねらい厚み	シート厚み	換算係数	補正係数	スラリー比重データ	補正基準値
(μm)	(μm)	($\text{g}/\text{m}^2/\mu\text{m}$)			
100	100	7.08	-0.7733	3.18	9.5402
	105	7.08	-0.7733	3.18	9.5402
	100	7.22	-0.7733	3.00	9.5402
	105	7.22	-0.7733	3.00	9.5402
200	200	6.38	-0.5273	3.18	8.0639
	205	6.38	-0.5273	3.18	8.0639
	200	6.48	-0.5273	3.00	8.0639
	205	6.48	-0.5273	3.00	8.0639

次いで、グリーンシートの厚みの目標値Tと、予想値tとを比較し、その比較結果に基づいて、スラリー吐出装置9でのセラミックスラリーの吐出量を増減させる。スラリー吐出装置9がスラリーポンプである場合、シート厚みの目標値T

と予想値 t との比(T/t)を、スラリーポンプの現在の回転数 R_1 に乗算して、新たな回転数 R_2 を求める。スラリーポンプの回転数等の変化で、セラミックスラリーの吐出量が増減することで、セラミックグリーンシートの厚みが所要の厚みに制御される。

【0044】

この場合、シート厚みの予想値 t の基になる、キャリアフィルム3上のセラミックスラリーの重量は、スラリーが乾燥される前に測定されるから、スラリーが乾燥してグリーンシートになってから厚みを測定している場合に比べ、フィードバックに時間の遅れが少なく、それだけ厚み制御が効率よく行われる。

【0045】

また、厚み制御の基になるデータを取る個所(面積重量測定部5)と、そのデータがフィードバックされる個所(塗布部4)とが、比較的近い位置にあるから、その間にあって、厚み制御されないまま無駄になる材料を少なくすることができる。

【0046】

しかも、シート厚みの予想値 t の算出には、シートの厚みに影響を与えると思われる要素がすべて考慮されるから、シート厚みの予想値は、実際に乾燥により得られるシートの厚みに極めて近く、このシート厚みの予想値により正確な厚み制御ができる。

〔他の実施形態〕

上記の実施形態では、(2)式とセラミックスラリーの比重 G とで、演算により換算係数 K_2 を求めるかが、目標とするグリーンシートの厚さ毎に、表2に示すような、セラミックスラリーの比重 G と、換算係数 K_2 の対照表を作っておいて、この表の対照により、換算係数 K_2 を求めるようにしてもよい。

【0047】

【表 2】

換算係数決定表 (t=100 μ m)

G	K2
スラリー比重	換算係数
3. 255~3. 278	7
3. 232~3. 254	7.02
3. 209~3. 231	7.04
3. 186~3. 208	7.06
3. 163~3. 185	7.08
3. 140~3. 162	7.1
3. 116~3. 139	7.12
3. 093~3. 115	7.14
3. 070~3. 092	7.16
3. 047~3. 069	7.18
3. 024~3. 046	7.2
3. 001~3. 023	7.22
2. 978~3. 000	7.24

セラミックスラリーの比重は、スラリー供給路 8 に設けられている比重測定器 10 により、リアルタイムで測定し、その測定データを制御部 7 に入力するほか、セラミックスラリーの比重は大きく変動するものではないので、新しくセラミックスラリーが投入される際、別の測定手段で比重を測定し、そのデータを制御部 7 に予め入力するようにしてもよい。

【0048】

上記実施形態では、スラリー吐出装置 9 が厚み調節手段であるが、制御部 7 からの指令でキャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの塗布量を増減変化させることができるものであればよく、塗布装置 4 がアクチュエータ 4c の駆動で、キャリアフィルム 3 上のセラミックスラリーの塗布量を変化させるものである場合は、この塗布部 4 を厚み調節手段とすることができる。

【0049】

【発明の効果】

本発明は、キャリアフィルム上のスラリー状原料の厚みに関係する所定の特性やスラリー状原料の比重から、シートの厚みの予想値を算出し、その予想値に基づいてキャリアフィルム上のスラリー状原料の塗布量を増減変化させて、シートの厚みを制御するもので、スラリー状原料が乾燥されてシートになる前に、その面積重量を測定してフィードバックさせるから、フィードバックに時間の遅れが

少なく、それだけ厚み制御が効率よく行われる。

【 0 0 5 0 】

しかも、シート厚みの予想値の算出には、シートの厚みに影響を与えると思われる要素がすべて考慮されるから、シート厚みの予想値は、実際に乾燥により得られるシートの厚みに極めて近く、このシート厚みの予想値により正確な厚み制御ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係るセラミックグリーンシートの製造装置の構成図。

【図 2】 図 1 の装置の一部である制御部の機能を示す機能ブロック図。

【図 3】 グリーンシートの原料であるセラミックスラリーの比重と、グリーンシートの厚みの算出に必要な換算係数との関係を示す図で、種々の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を示している。

【図 4】 セラミックスラリーの比重と換算係数との関係を示す図で、特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を示している。

【図 5】 セラミックスラリーの比重と換算係数との関係を示す図で、他の特定の厚みのグリーンシートを作る場合の関係を示している。

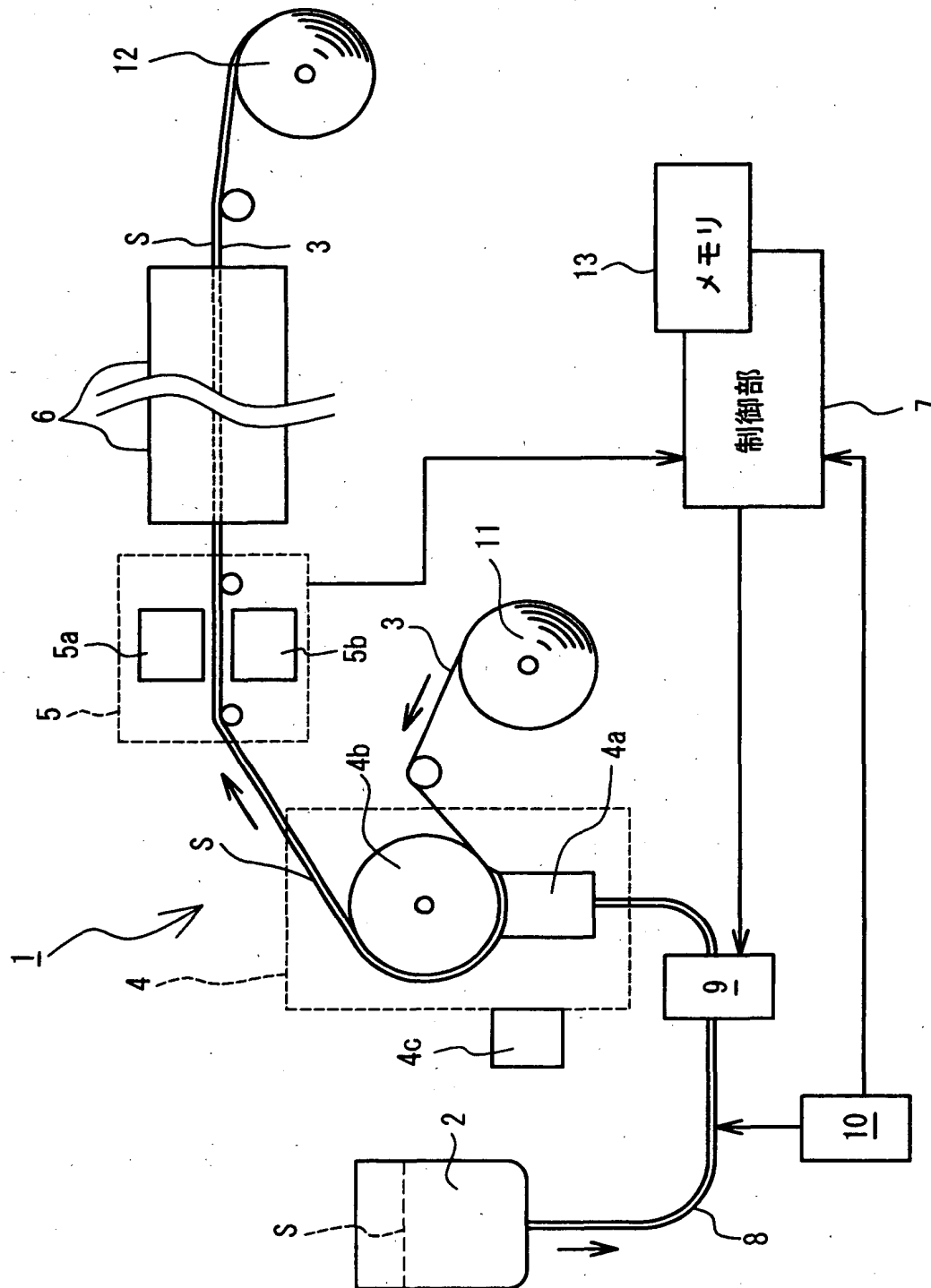
【符号の説明】

- 3 キャリアフィルム
- 4 塗布部
- 5 面積重量測定部（特性測定部）
- 6 乾燥炉
- 7 制御部（7 a 演算部、7 b 調節出力部）
- 9 スラリー吐出装置（厚み調節手段）
- 13 メモリ

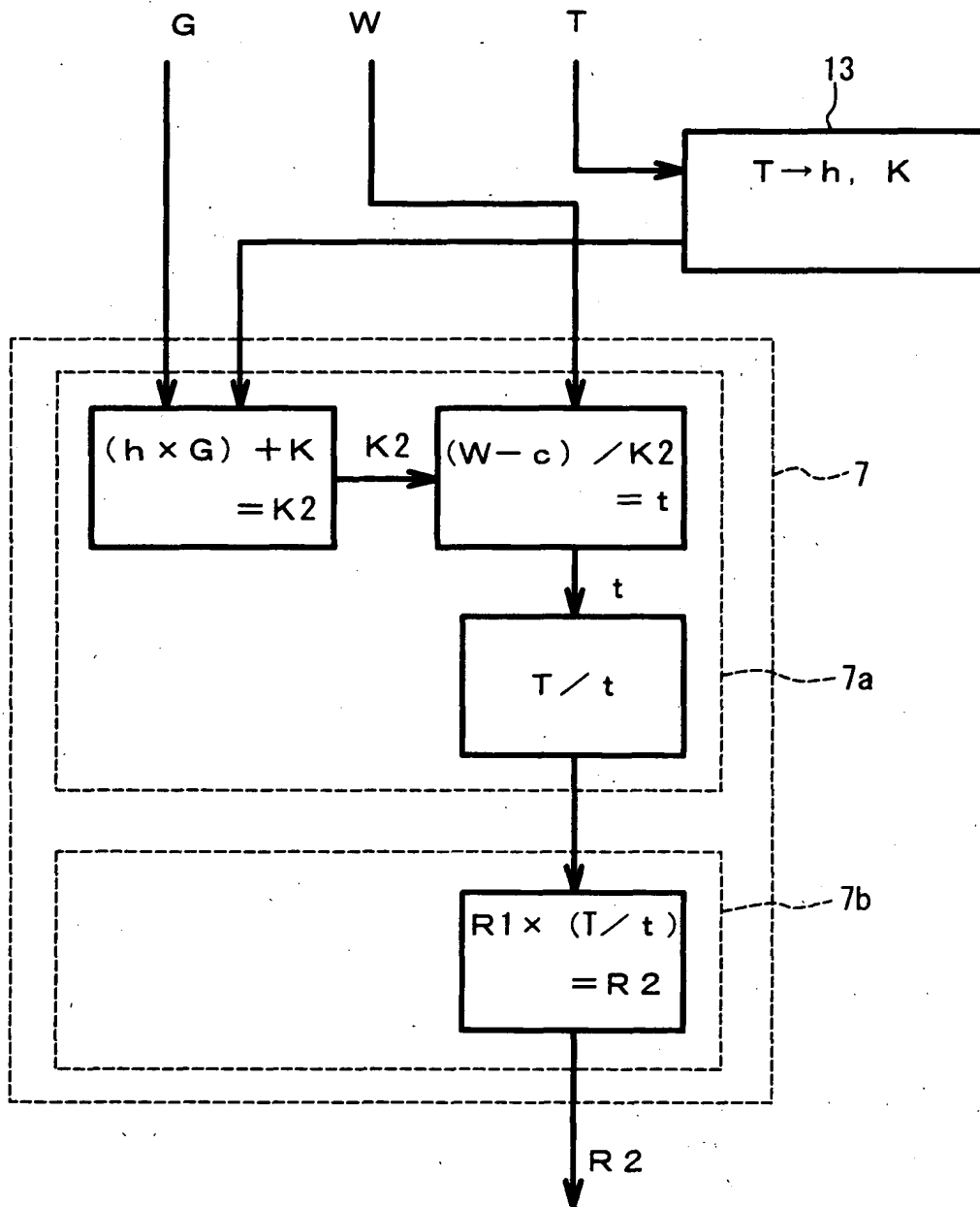
【書類名】

図面

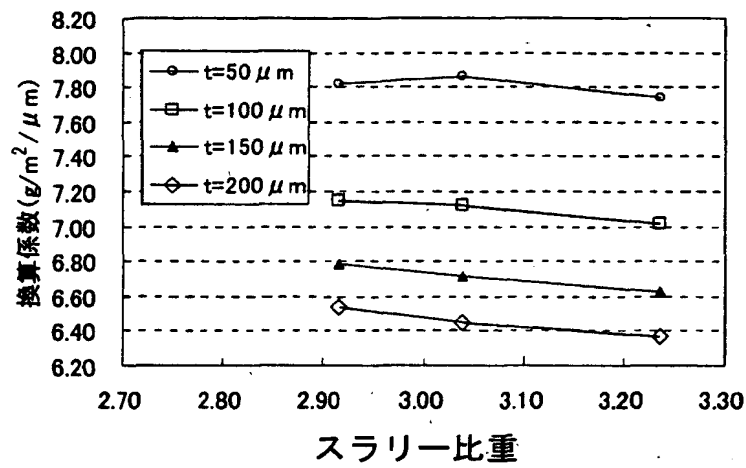
【図 1】



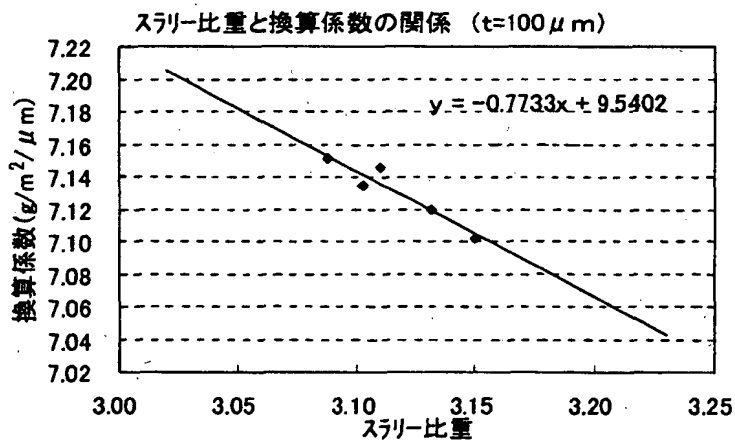
【図2】



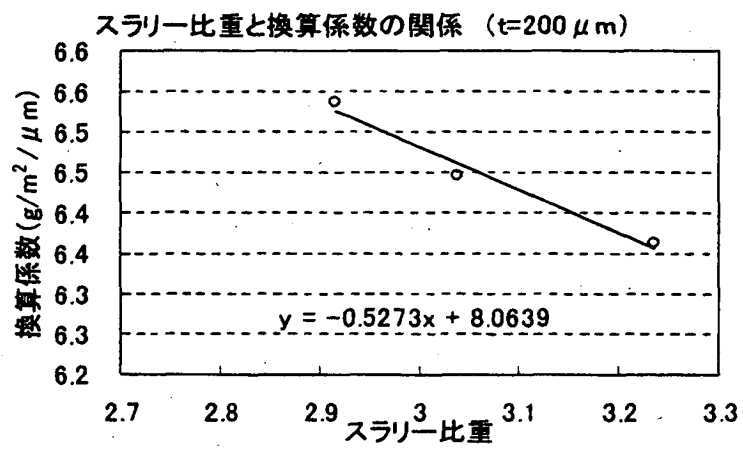
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シートの厚み制御が効率よく、正確に行えるようにする。

【解決手段】 塗布部 4 でキャリアフィルム 3 上にスラリー状原料が塗布され、このスラリー状原料が乾燥部 6 で乾燥される前に、スラリー原料の厚みに関係する所定の特性を、特性測定部 5 によりウェット状態で測定される。演算部 7 a は、目標とするシートの厚みと、スラリー状原料の特性の測定値と、スラリー状原料の比重とからシート厚みの予想値 t を算出してシート厚みの目標値 T と比較し、調節出力部 7 b は、その比較結果に基づいて厚み調節手段 9 に厚み調節の信号を出力して、キャリアフィルム 3 上のスラリー状原料の塗布厚みを調節する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所